

5 MAN B&W Diesel AG

10 Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit, insbesondere eine
 15 Einspritzpumpe für ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem einer
 Brennkraftmaschine, bei der in einem Gehäuse ein Pumpenzylinder mit darin
 oszillierenden Kolben vorgesehen ist, wobei der Kolben an einer Stirnseite mit einem
 gesteuerten Antrieb wirkverbunden ist, um an der anderen Stirnseite, dem Kopfbereich,
 ein Saug- und Druckhubvolumen zu variieren, so dass der Druck des aus einem
 20 Förderstromzulauf in den Pumpenzylinder angesaugten Fluids durch den Hub des
 Kolbens erhöht wird, um mittels eines Förderventils diesen einem weiteren
 Versorgungselement, insbesondere einer Kraftstoffversorgung oder einem Common-
 Rail zugänglich zu machen.

25 So ist eine Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit, beispielsweise in Form einer
 Einspritzpumpe Teil des Einspritzsystems, das desweiteren Einspritzleitungen und
 Einspritzventile umfasst.

Die Einspritzpumpe muss mehrere Aufgaben erfüllen, wie Förderung des Kraftstoffs mit
 30 hohem Druck, Dosierung der Einspritzmenge, Einspritzung des Kraftstoffes im richtigen
 Augenblick, bzw. nach einem vorgegebenen Einspritzgesetz. Bei herkömmlichen
 Einspritzpumpen hebt ein vom Motor angetriebene Nockenwelle, evtl. mittels eines
 Rollenstössels den Einspritzkolben an. Die Hubdrehzahl beim 4-Takt Motor ist gleich
 der halben und beim 2-Takt Motor gleich der ganzen Kurbelwellendrehzahl, der
 35 Einspritzkolben führt einen konstanten Hub aus.

5 Bei herkömmlichen Einspritzpumpen geschieht die Dosierung der Einspritzmenge in bekannter Weise durch Verdrehung des Kolbens um seine Längsachse, die Fördermenge und das Förderende werden durch eine schräge Steuerkante bestimmt. Sobald diese an die Saugbohrung angelaufen ist, strömt der vom Kolben verdrängte Kraftstoff in den Saugraum zurück.

10

Die Pumpenelemente, d. h. Einspritzkolben und Einspritzzylinder, werden mit größter Genauigkeit hergestellt und ineinander gepasst.

15 Im besonderen betrifft die Erfindung eine Einspritzpumpe für ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine. Eine oben beschriebene Steuerkante ist bei diesem System nicht mehr erforderlich.

Z. Bsp. ist in der DE 199 19 430 C1 eine derartige Einspritzpumpe beschrieben.

20 Eine Dosierung des der Einspritzpumpe zugeführten Kraftstoffs erfolgt bekanntlich z. B. über ein elektromagnetisch betätigtes Dosierventil. Der dosierte Kraftstoff wird sodann dem Saugraum oder Pumpenarbeitsraum der Kolbenpumpe zugeführt, um dann während des Betriebes der Brennkraftmaschine mit Hochdruck in eine Druckspeicherleitung gefördert zu werden.

25

Um einen Druckabfall in der Druckspeicherleitung während des Saughubes zu vermeiden, ist am Ausgang des Pumpenarbeitsraums ein Rückschlagventil vorgesehen. Um einen Rückfluss während des Druckhubes in das Niederdrucksystem zu vermeiden ist am Förderzugang der Pumpe ebenfalls ein Rückschlagventil angeordnet.

30

Solche Hochdruckpumpen werden beispielsweise auch in einer Kraftstoff-Versorgungsanlage gemäß der DE 101 57 135 A1 verwendet.

5 Bei derartigen Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheiten tritt wegen geringer, letztlich doch nicht vermeidbarer Fertigungstoleranzen eine Deaxierung des Kolbens im Pumpenzylinder auf, was zur Folge hat, dass die Druckverteilung über den Kolbenumfang wegen sich über dem Kolbenumfang unterschiedlich einstellender Spaltbreiten nicht gleichmäßig ist. Die dadurch bedingte einseitige Anpressung des
10 Kolbens im Kolbenzylinder führt zu Verschleiß in der Anlagefläche.

Es wurden bei oben beschriebenen Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheiten auch schon Einführfasen am Kolben, allerdings in der Dimensionierung unklar ausgeführt, vorgesehen. Hier wird dem Pumpenkolben im Kopfbereich eine Konizität von maximal
15 $30\text{ }\mu\text{m}$ auf einer Länge von ca. 25 mm angeformt. Diese Kopfrücknahme sollte ein Anlaufen des Kopfbereiches des Pumpenkolbens am Pumpenzylinder verhindern, eine wirkungsvolle Gegenmaßnahme gegenüber der oben beschriebenen Deaxierung ist jedoch mit dieser Maßnahme nicht erreichbar.

20 Die Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, eine Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit, insbesondere eine Einspritzpumpe für ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem einer Brennkraftmaschine anzugeben, bei welcher die Gefahr des Verschleißes eines in einem Pumpenzylinder geführten Kolbens durch Deaxierung ausgeschlossen werden kann.

25

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Maßnahmen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch dass dem Pumpenkolben am Kopfbereich ein Zentrierkegel angeformt ist, dessen maximale halbe Durchmesser-Verkleinerung ($1/2 \times [D-d]$) im Vergleich zum
30 Durchmesser (D) des Kolbenschaftes diesem im Verhältnis von ca. 1 : 200 gegenübersteht und dessen axiale Länge (l), d.h. die Höhe des Zentrierkegelstumpfes, bezogen auf die gesamte axiale Länge (L) des Kolbenschaftes (inklusive Zentrierkegel) in einem Verhältnis (l : L) von ca. 1 : 6,6 ausgelegt ist, wird der Pumpenkolben während des Druckhubs auf seiner Mittelachse zentriert, so dass ein Anlaufen am

5 Pumpenzylinder verhindert wird. Die Leckage beim Druckaufbau wird gleichmäßig zwischen Pumpenkolben und Pumpenzylinder geleitet, so dass die Temperaturverteilung (es entsteht „hydraulische“ Wärme beim Komprimieren des Kraftstoffes) gleichmäßig über dem Umfang des Pumpenkolbens verteilt ist. Dadurch wird der Pumpenkolben nicht einseitig erwärmt und verformt sich deshalb nicht durch
10 Temperatureinwirkung.

Durch die gleichmäßige Leckage um den Pumpenkolbenumfang wird das einseitige Anlegen des Kolbens also im Pumpenzylinder verhindert oder es werden zumindest die Anpresskräfte herabgesetzt. Als weiterer Vorteil ergibt sich, dass die Leckströmung
15 nach zentrischer Ausrichtung des Kolbens in Längsrichtung der Führungsfläche des Kolbens sich verringert und damit der hydraulische Wirkungsgrad der Einheit verbessert wird. Als weiterer Vorteil ist zu sehen dass das Fluid in der Leckage die Anlageflächen benetzt, wodurch ein Schmierungseffekt erzielt wird, d.h., am Pumpenkolben wird durch seine Hubbewegung ein Schmierspalt gebildet, der den Pumpenkolben aufschwimmen
20 lässt.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

25 Die einzige Figur zeigt eine Ansicht einer Einspritzpumpe eines Common-Rail-Einspritzsystems, deren Pumpenkolben gemäß der Erfindung ausgebildet ist.

In einem Zylindergehäuse 1 ist ein Kolben 2 mit einem Pumpenzylinder 3 geführt. Der Kolben wird durch eine vom Motor angetriebene Nockenwelle 4 in Förderrichtung
30 bewegt und durch eine Kolbenfeder 5 zurückgedrängt. Der Hub des Kolbens 2 ist unveränderlich, der Kolben 2 durchläuft bei jeder Umdrehung der Nockenwelle 4 den vollen Hub und führt einen Saug- und Druckhub aus.

5 Der Pumpenzylinder 2, d. h. der Saug- bzw. Arbeitsraum 6 ist über eine Hochdruckleitung 7 mit einem nicht dargestellten Common-Rail des Kraftstoffeinspritzsystems verbunden. Ein Rückschlagventil 8 in der Hochdruckleitung 7 verhindert, dass Kraftstoff aus dem Common-Rail in die Einspritzpumpe zurückströmt.

10 Der Kolben 2 saugt während des Saughubs Kraftstoff über den Kraftstoffzulauf 9 aus dem Niederdruckraum in den Pumpenzylinder 3, bzw. Arbeitsraum 6.

Während des Druckhubs baut sich im Arbeitsraum 6 ein Druck auf, der zum Öffnen des Rückschlagventils 8 führt und die Förderung des Kraftstoffs aus dem Pumpenzylinder 3
15 in das nicht dargestellte Common-Rail ermöglicht.

Um einen Druckabfall im Arbeitsraum 6, bzw. in der Hochdruckleitung 7 während des Druckhubs des Kolbens 2 zu vermeiden, ist im Förderzugang des Arbeitsraums 6, d.h. im Kraftstoffzulauf 9 aus dem Niederdruckraum ebenfalls ein Rückschlagventil 10
20 vorgesehen.

Zur Dosierung des Kraftstoffs aus dem Niederdruckraum ist im Kraftstoffzulauf 9 weiterhin ein elektromagnetisch betätigbares Dosierventil 11 angeordnet.

25 Am Kopfbereich des Pumpenkolbens 2 ist ein (gestrichelt dargestellter) Zentrierkegel 20 angeformt, der einer klaren Dimensionierung unterworfen ist.

Der Zentrierkegel 20 beginnt in Richtung der Nockenwelle 4 gesehen an der ersten vollständig umlaufenden Kante des Kopfbereiches des Pumpenkolbens 2 mit dem
30 kleinsten Durchmesser d und vergrößert sich kontinuierlich bis zum Durchmesser D des Schaftes des Kolbens 2. Der Zentrierkegel 20 bildet somit einen geraden Kreiskegelstumpf aus, bei dem sich Grund- (Durchmesser D) und Deckfläche (Durchmesser d) kreisförmig ausbilden. Die Konizität des Zentrierkegels 20 beträgt somit $(1/2 \times [D-d])$. Das Verhältnis der Konizität $(1/2 \times [D-d])$ zum Kolbendurchmesser D

- 5 muss ca. 1 : 200 sein. Die Höhe I des Zentrierkegelstumpfes 20 ist im Verhältnis zur gesamten Kolbenschaftlänge L (Kolben 2 und Zentrierkegel 20) ($I : L$) mit etwa 1 : 6,6 zu dimensionieren.

- 10 In besonder vorteilhafter Weise ist dem Zentrierkegel 20 eine Einfürafase in Form eines weiteren Zentrierkegelstumpfes 30 aufgesetzt. In diesem Fall müssen die Einfürafase 30 und der Zentrierkegel mit einer maximalen Toleranz von 1 μm zueinander coaxial hergestellt sein, um die angestrebte Wirkung der automatischen Zentrierung des Kolbens 2 zu erzielen.

- 15 Der Zentrierkegel 20, vorteilhaft unterstützt vom Einführkonus 30, bewirkt einerseits einen hydraulischen Druckausgleich über dem Umfang des Kolbenschaftes 2 im Kolbenzylinder 3 und verhindert damit ein einseitiges Anlegen des Kolbens 2 aufgrund des bei einer Deaxierung unter hohem Druck in den Ringraum der Leckage eintretenden Kraftstoffs.

- 20 Der Zentrierkegel kann an allen mit Druck beaufschlagten Kolben zur Zentrierung eben des Kolbens angewendet werden.

5 Patentansprüche:

1. Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit, bei der in einem Gehäuse (1) ein Pumpenzylinder (3) mit einem darin oszillierenden Kolben (2) vorgesehen ist, wobei der Kolben (2) an einer Stirnseite mit einem gesteuerten Antrieb (4) wirkverbunden ist, um an der anderen Stirnseite, dem Kopfbereich, im Pumpenzylinder (3) ein Saug- und Druckhubvolumen zu variieren, so dass der Druck des aus einem Förderstromzulaufs (9) in den Pumpenzylinder (3) angesaugten Fluids durch den Hub des Kolbens (2) erhöht wird, um es mittels eines Förderventils (8) einem weiteren Versorgungselement zugänglich zu machen, dadurch gekennzeichnet, dass dem Pumpenkolben (2) am Kopfbereich ein Zentrierkegel (20) in Form eines geraden Kegelstumpfes mit kreisförmiger Grund- (D) und Deckfläche (d) angeformt ist, dessen maximale halbe Durchmesserverkleinerung ($1/2 \times [D-d]$) zum Durchmesser (D) des Kolbenschaftes (2) im Verhältnis von ca. 1 : 200 steht und dessen axiale Länge (l) bezogen auf die axiale Länge (L) des gesamten Kolbenschaftes (2) im Verhältnis (l : L) von ca. 1 : 6,6 ausgelegt ist.
2. Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Zentrierkegel (20) eine Einführfase (30) in Form eines weiteren Zentrierkonus aufgesetzt ist, wobei die Koaxialität von Zentrierkegel (20) und Einführphase (30) eine maximale Toleranz von ca. 1 μm aufweist.
3. Hochdruck-Pumpenkolben-Zylindereinheit nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch die Ausbildung als Einspritzpumpe für ein Common-Rail-Kraftstoff-Einspritzsystem einer Brennkraftmaschine, wobei der Pumpenkolben (2) einerseits durch eine vom Motor angetriebene Nockenwelle (4) in Förderrichtung bewegt und durch eine Kolbenfeder (5) zurückgedrückt wird, wobei das Fluid, ein Kraftstoff, insbesondere Dieseldieselkraftstoff ist, der einem Common-Rail als weiteres Versorgungselement zugänglich gemacht wird.

